

Method and apparatus for allocating landing calls in an elevator group

Patenttinumero: ☐ [US5932852](#)
Julkaisupäivä: 1999-08-03
Keksijä(t): YLINEN JARI (FI); TYNI TAPIO (FI)
Hakija(t): KONE OY (FI)
Pyydetty patentti: FI951925
Hakemusnumero: US19970945028 19971021
Prioriteettinumero (t): FI19950001925 19950421; WO1996FI00216 19960419
IPC-luokitus B66B1/18
EC-luokitus [B66B1/20C](#)
Vastineet: AU5400996, AU698715, BR9608080, CN1073963B, CN1181741, ☐ [EP0821652](#) (WO9633123), ☐ [FI102268B](#), JP11503706T, ☐ [WO9633123](#)

Tiivistelmä

PCT No. PCT/FI96/00216 Sec. 371 Date Oct. 21, 1997 Sec. 102(e) Date Oct. 21, 1997 PCT Filed Apr. 19, 1996 PCT Pub. No. WO96/33123 PCT Pub. Date Oct. 24, 1996A procedure for allocating the calls entered via landing call devices of the elevators in an elevator bank forms several allocation options. Each allocating option contains, for each active landing call, a call data item and an elevator data item which together are used to determine which elevator should service the call. The value of a cost function is calculated for each allocation option; one or more of the allocation options is repeatedly changed with respect to at least one data item, and the values of the cost functions of the new allocation options are calculated. Based on the values of the cost functions, the best allocation option is selected and the active elevator calls are allocated to the elevators in the elevator bank accordingly.

Tiedot otettu esp@cenetin tietokannasta - I2

SUOMI - FINLAND

Patentti No 102268

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS

on tänään myöntänyt 15 päivänä joulukuuta 1967 annetun patenttilain siihen myöhemmin tehtyine muutoksineen nojalla oheisen patenttijulkaisun mukaisen patentin. Patentinhaltijan nimi, keksinnön nimitys ja patenttihakemuksen tekemispäivä käyvät ilmi patenttijulkaisun etusivulta.



Helsingissä, 13.11.1998

Li. Ce



SUOMI-FINLAND
(FI)

Patentti- ja rekisterihallitus
Patent- och registerstyrelsen

(12) PATENTTIJULKAISU
PATENTSKRIFT

(10) FI 102268 B

(45) Patentti myönnetty - Patent beviljats 13.11.1998

(51) Kv.lk.6 - Int.kl.6

B 66B 1/18

(21) Patenttihakemus - Patentansökning 951925

(22) Hakemispäivä - Ansökningsdag 21.04.1995

(24) Alkupäivä - Löpdag 21.04.1995

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig 22.10.1996

(73) Haltija - Innehavare

1. Kone Corporation, Munkkiniemen puistotie 25, 00330 Helsinki, (FI)

(72) Keksijä - Uppfinnare

1. Tyni, Tapio, Hyvinkäänkatu 12-14 B 36, 05800 Hyvinkää, (FI)

2. Ylinen, Jari, Kutojankatu 36, 05800 Hyvinkää, (FI)

(74) Asiamies - Ombud: Kone Oyj/Patenttiosasto, PL 677, 05801 Hyvinkää

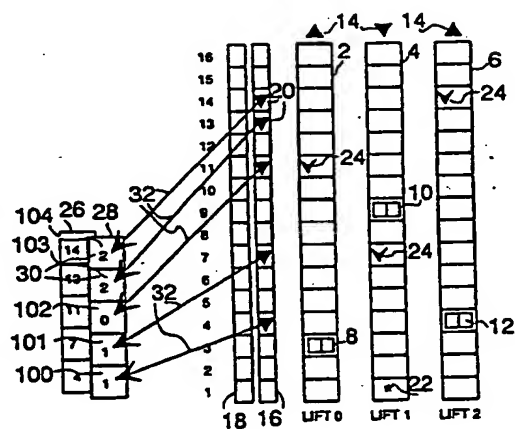
(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning

Menetelmä hissiryhmän ulkokutsujen allokoimiseksi
Förfarande för allokering av yttre anrop till en hissgrupp

(56) Viitejulkaisut - Anförda publikationer

(57) Tiivistelmä - Sammandrag

Keksintö kohdistuu menetelmään hissiryhmään kuuluvien hissien ulkokutsulaitteilla (44) annettujen kutsujen (20) allokoimiseksi. Keksinnön mukaisesti muodostetaan useita allokointioptioita (36,38), joista kukin sisältää jokaiselle voimassaolevalle ulkokutsulle (20) kutsutiedon ja hissitiedon, jotka tiedot yhdessä määrittelevät kutakin ulkokutsua palvelevan hissien (2,4,6), lasketaan kullekin allokointioptiolle (36,38) kustannusfunktion arvo, muutetaan toistuvasti yhtä tai useampaa allokointioptiota (36,38) ainakin yhden tiedon osalta ja lasketaan uusien allokointioptioiden (36,38) kustannusfunktion arvot ja valitaan kustannusfunktion arvojen perusteella paras allokointioptio ja allokoidaan voimassaolevat hissikutsut sen mukaisesti hissiryhmän hisseille.



Uppfinningen hänför sig till ett förfarande för att allokera hissanropen som givits av anropsanordning (44) hos hissarna i hissgruppen. Enligt uppfinningen formas flera allokeringsoptioner (36,38), varav varje allokeringsoption innehåller till varje ikraftvarande hissanrop (20) anropsinformationen och hissinformationen, vilka informationer tillsammans preciserar vilken hiss (2,4,6) betjänar vart och ett hissanrop, kostnadsfunktionens värde beräknas för varje allokeringsoption (36,38), en eller flera allokeringsoptioner (36,38) förändras upprepat för åtminstone en information och kostnadsfunktionens värde beräknas för de nya allokeringsoptionerna (36,38) och på grund av kostnadsfunktionernas värde väljs den bästa allokeringsoptionen och de ikraftvarande hissanropen allokeras enligt detta till hissgruppens hissar.

MENETELMÄ HISSIRYHMÄN ULKOKUTSUJEN ALLOKOIMISEKSI

Keksintö kohdistuu menetelmään hissiryhmään kuuluvien hissien ulkokutsulaitteilla annettujen kutsujen allokoinniseksi siten, että kaikki kutsut tulevat palvelluiksi.

- 5 Kun matkustaja haluaa ajaa hissillä, hän tilaa hissien kerrokseen asennetusta ulkokutsunapista. Hissiryhmän ohjaus vastaanottaa ko. hissien tilauksen ja pyrkii päättämään, mikä hissiryhmään kuuluva hissi pystyy parhaiten palvelemaan kutsun. Tämä toiminta on kutsujen allokointia. Allokoinnin ongelmana
- 10 on löytää hissi, joka minimoi ennalta valitun kustannusfunktion. Allokoinnissa voidaan minimoida matkustajien odotusaikaa, matkustajien matkustusaikaa, hissien pysähdysten lukumäärää tai jotakin useiden kustannustekijöiden eri tavalla painotettua yhdistelmää.
- 15 Perinteisesti, haettaessa kutsulle sopivaa hissiä, päättely tehdään tapauskohtaisesti monimutkaisin ehtorakentein. Tämänkin päättelyn lopullisena tavoitteena on minimoida jotain hissiryhmän toimintaa kuvaavaa kustannustekijää, tyypillisesti esim. matkustajien keskimääräistä odotusaikaa. Koska hissiryhmän tila-avaruus on monimutkainen, tulee ehtorakenteistakin
- 20 monimutkaisia ja niihin jää helposti aukkoja. Tällöin syntyy tilanteita joissa ohjaus ei toimi parhaalla mahdollisella tavalla. Samoin on vaikeaa ottaa huomioon koko hissiryhmää kokonaisuutena. Tästä tyypillinen esimerkki on perinteinen
- 25 koontaohjaus, jossa ulkokutsulle annetaan sitä lähinnä oleva, kutsun suuntaan ajava hissi. Tämä yksinkertainen optimointiperiaate johtaa kuitenkin hissien ryhmittymiseen, jolloin hissit ajavat rintamassa samaan suuntaan, ja sitä kautta hissiryhmän suorituskyvyn laskuun kokonaisuutena.
- 30 Pyrittäessä määrittämään kaikkien mahdollisten reittivaihtoehtojen kustannustekijöitä kasvaa laskentatarve helposti prosessorien kapasiteettia suuremmaksi. Jos palveltavia kutsuja on C kappaletta ja rakennuksessa on L hissiä, on reittivaihtoehtojen lukumäärä $N = L^C$. Koska reittivaihtoehtojen
- 35 lukumäärä kasvaa eksponentiaalisesti kutsujen lukumäärän

kasvaessa, on jo pienissäkin hissiryhmissä mahdotonta käydä järjestelmällisesti läpi kaikkia reittivaihtoehtoja. Tämä on rajoittanut reittioptimoinnin käytäntöön soveltamista.

Keksinnön tavoitteena on aikaansaada uusi ratkaisu hissiryhmän
5 ulkokutsujen allokoinniseksi hisseille, jossa ratkaisussa
suhteellisen pienellä laskentakapasiteetilla saavutetaan
aikaisempia ratkaisuja parempi tulos ja otetaan samalla riit-
tävästi huomioon erilaiset vaihtoehdot. Keksinnön mukainen
menetelmä tunnetaan siitä, että muodostetaan useita allokoin-
10 tiointioita, joista kukin sisältää jokaiselle voimassaolevalle
ulkokutsulle kutsutiedon ja hissitiedon, jotka tiedot yhdessä
määrittelevät kutakin ulkokutsua palvelevan hissien, lasketaan
kullekin allokointiointiolle kustannusfunktion arvo, muutetaan
toistuvasti yhtä tai useampaa allokointiointiota ainakin yhden
15 tiedon osalta ja lasketaan uusien allokointiointioiden kustan-
nusfunktion arvot ja valitaan kustannusfunktion arvojen perus-
teella paras allokointiointi ja allokoidaan voimassaolevat
hissikutsut sen mukaisesti hissiryhmän hisseille. Keksinnön
eräät edulliset suoritusmuodot tunnetaan epäitsenäisissä
20 patenttivaatimuksissa määritetyistä tunnusmerkeistä.

Keksinnön mukaisella ratkaisulla vähennetään olennaisesti
laskentatarvetta verrattuna siihen, että laskettaisiin kaikki
mahdolliset reittivaihtoehdot. Geneettiseen algoritmiin perus-
tuva ratkaisu sopii hajautettuun ympäristöön, kun laskenta-
25 tehtävät suoritetaan samanaikaisesti, jolloin useat hissioh-
jaustietokoneet voivat tehdä osan laskutoimituksista rinnak-
kain ryhmäohjaustietokoneen kanssa.

Hissiryhmää käsitellään kokonaisuutena, jolloin optimoidaan
kustannusfunktio koko hissiryhmän tasolla. Hissiryhmän ulko-
30 kutsujen allokointiongelma nostetaan abstraktiotasoa yleisem-
mälle tasolle. Optimoinnissa ei tarvitse miettiä yksittäisiä
tilanteita ja niistä selviytymistä. Kustannusfunktioita muok-
kaamalla saadaan haluttu toiminta. Voidaan optimoida esimer-
kiksi matkustajien odotusaikaa, kutsuaikaa, starttien luku-
35 määrää, matkustusaikaa, nergiankulutusta, köysien kulumista,
yksittäisen hissien ajoa, jos jonkin hissien käyttö on "kallis-

ta", hissien tasaista käyttöä jne., tai näiden haluttua kombinaatiota. Optimoitavat suureet riippuvat järj stelmän mallin toteutuksesta ja sen tarkkuudesta. Samalla muuttujia käsitellään systemaattisesti. Rakennuksen liikennetilanteesta

5 laadittuja ennusteita, jotka perustuvat esimerkiksi vuorokautiseen tai viikottaiseen vaihteluun, voidaan käyttää tehokkaasti hyväksi muuttamalla vastaavasti kustannusfunktioita.

Toteutuksessa käytettävät sopivuus (fitness)-funktiot muodostavat hyvän pohjan ohjausjärjestelmille, jotka hyödyntävät

10 neuraaliverkkoja ja sumeaa logiikkaa.

Keksintöä kuvataan seuraavassa yksityiskohtaisesti sen erään suoritusesimerkin avulla viitaten piirustuksiin, joissa

- kuvio 1 esittää erään hissikromosomin muodostamista,
- kuvio 2 esittää keksinnön mukaista kutsupopulaatiota,

15 - kuvio 3 esittää lohkokaaviota keksinnönmukaisesta menetelmästä,

- kuvio 4 esittää hissien kutsu- ja ohjauslaitteistoa,
- kuvio 5a ja 5b kuvaavat kromosomien risteytystä,
- kuvio 6 esittää kutsukromosomia,

20 - kuvio 7 esittää kutsurengasta ja

- kuvio 8 esittää allokointipäätöksen tekoa.

Kuviossa 1 on esitetty kaaviomaisesti rakennuksen kerrostasot ja, jotka on numeroitu 1,2,3,...,16. Hissiryhmään kuuluu kolme hissiä, LIFT0, LIFT1 ja LIFT2, jotka liikkuvat kuiluissa 2, 4

25 ja 6 ja joiden hissikoreja on vastaavasti merkitty viitenumeroilla 8, 10 ja 12. Hissikorit sijaitsevat kerroksissa 3, 9 ja 4 ja niiden liikesuunta on ilmaistu kuilun yläpuolelle merkityillä nuolisymboleilla 14, joiden mukaisesti hissikorit 8 ja 12 liikkuvat ylössuuntaan ja hissikori 10 liikkuu alassuuntaan.

30 Kuilujen vierellä n sarakke t 16 ja 18 voimassaol vill alassuuntaan ja ylössuuntaan ol ville ulkokutsuille. Ulkokutsut on ilmaistu nuolisymbol illa 20. Tähtisymbolilla 22 on merkitty hissikorista 10 annettu korikutsu kerrokseen 1.

35 Nuolisymboleilla 24 on merkitty kerrokset, joista annetuill ulkokutsuille on allokoitu hissikorit. Sen mukaisesti hissill

LIFT0 on allokoitu ulkokutsu kerroksesta 11, hissille LIFT1 ulkokutsu kerroksesta 7 ja hissille LIFT2 ulkokutsu kerroksesta 14.

- Sarakkeilla 26 ja 27 on havainnollistettu erään keksinnössä
- 5 hyödynnettävän allokoitioption muodostamista, kun käytetään hissikromosomia, jolloin kutakin ulkokutsua vastaa yksi geeni hissikromosomissa. Sarakkeeseen 26 on merkitty voimassaolevat ulkokutsut järjestyksessä, kuvion 1 esimerkissä ylimpänä suurin kerrosnumero ja alimpana pienin kerrosnumero. Sarak-
- 10 keessa 27 on varsinainen hissikromosomi, joka koostuu ulkokutsujen lukumäärää vastaavasti viidestä geenistä 30, jotka sisältävät tiedon kutsua palvelevasta hissikorista, jolloin kutakin ulkokutsua vastaa yksi geeni. Hissikorin tunnus on geeneissä edullisesti tallennettu binäärilukuna LIFT0=00,
- 15 LIFT1=01 ja LIFT2=10. Nuolilla 32 on havainnollistettu geenin muodostumista. Kuvion 1 hissikromosomin 27 ja geenin 102 mukaisesti hissi LIFT0 palvelee kutsun kerroksesta 11. Hissi LIFT1 palvelee geenien 100 ja 101 mukaisesti kutsut kerroksista 4 ja 7 ja vastaavasti hissi LIFT2 palvelee geenien 103 ja
- 20 104 mukaisesti kutsut kerroksista 13 ja 14. Hissikromosomin muodostusvaiheessa koodataan voimassaolevat ulkokutsut ylös- ja alassunntaan siten, että geenin paikka hissikromosomissa sisältää tiedon ulkokutsusta. Kun allokointi on suoritettu dekodataan hissikromosomin tiedot vastaaville ulkokutsuilla.
- 25 Geneettisen algoritmin koodausperiaatteen mukaisesti kuvion 1 suoritusmuodon tapauksessa hissikromosomi muodostetaan siten, että hissikromosomiin tulee geenejä yhtä monta kuin ulkokutsuja on tarkasteluhetkellä aktiivisena. Geenien lukumäärä $N_{chr} = N_{down} + N_{up}$, kun N_{down} = alaskutsujen lukumäärä ja N_{up} = ylöskutsujen lukumäärä. Kuvion 1 esimerkissä on voimassa ainoastaan
- 30 alaskutsut kerroksissa 4, 7, 11, 13, 14. Hissikromosomin pituus on siten n simerkin tapauksessa viisi geeniä kuten on kuvattu kromosomissa 27. Reittivaihtoehtojen lukumäärä on tällöin d llä esit tyn mukaisesti $N=3^5=243$.
- 35 Kromosomin pituus vaihtelee dynaamisesti kullakin hetkellä voimassaolevien kutsujen lukumäärän mukaan, jolloin kukin

g eni vastaa yhtä aktiivista ulkokutsua. Kukin geeni sisältää tiedon hissinumerosta, li allokontiperiaatt ena on allokoidea yksi hissi jokaista ulkokutsua kohti. Geenissä tarvittavien bittien lukumäärä N_g voidaan laskea kaavasta

5

$$N_g = \text{round}(\log_2(N_L) + 0.5), \quad (1)$$

missä N_L = hissien lukumäärä.

Näin esimerkiksi kahdeksan hissien ryhmä voidaan esittää kolmen bitin geenillä kun sovitaan, että numero 0 (binääriluku 000) vastaa hissiä 1 ja numero 7 (binääriluku 111) vastaa hissiä 8.

Myös geenin bittien lukumäärä vaihtelee dynaamisesti, sillä todellisessa hissiryhmässä voi osa hisseistä olla eronneena ryhmästä, hissi voi olla esimerkiksi huoltoajolla. Jos esimerkiksi kuuden hissien hissiryhmästä on kaksi hissiä pois liikenteestä, riittää jäljellä oleville neljälle hissille kahden bitin geenin, jolloin 0 (binäärikoodi 00) tarkoittaa hissiä 1 ja 3 (binäärikoodi 11) hissiä 4 käytössä olevista hisseistä.

Kuviossa 2 on esitetty keksinnön mukainen geneettisen allokoinnin periaate kromosomin muodostuksen jälkeen. Kromosomeista muodostetaan populaatio 34, jossa on valittu määrä N_p hissikromosomeja. Kromosomit 1 - N_p , jotka ovat mahdollisia allokontivaihtoehtoja olemassaoleville kutsuille, vastaavat kuvion 1 tilannetta eli palveltavana on viisi alaskutsua kerroksista 4, 7, 11, 13, 14. Populaatioon 34 kuuluvien kromosomien geeneille annetaan aluksi satunnaiset hissinumerot tai käytetään hyväksi saatavilla olevaa ennakkotietoa kuten edellisessä allokoinnissa valittua ohjausta tai koontaohjausta. Ensimmäisen hissikromosomin 36 mukaisesti alaskutsuja kerroksista 4 ja 7 (geenit 100 ja 101) palvelee hissi LIFT1, alaskutsuja kerroksesta 11 (geeni 102) palvelee hissi LIFT0 ja alaskutsuja kerroksista 13 ja 14 (geenit 103 ja 104) palvelee hissi LIFT2. Vastaavasti toisen hissikromosomin 38 mukaan alaskutsuja kerroksista 4, 7, 11 ja 13 (geenit 100, 101, 102 ja 103) palvelee hissi LIFT1 ja alaskutsua kerroksesta 14 (geeni 104) hissi LIFT2. Jäljempänä esitetyllä tavalla muodostetaan sopiva määrä hissikromosomeja populaatioon. Hissikro-

mosomin mukaisen allokoinnin hyvyyden arvioimiseksi lasketaan jokaiselle hissikromosomille sopivuusfunktion (Fitness-funktion) F arvo 28. Funktio on yleisesti muotoa

$$F = F(S0, LC, CC, T), \quad (2)$$

5 missä

$S0$ = hissiryhmän alkutila, so. hissien paikat ja liiketilat

LC = hisseille allokoitunut ulkokutsut

CC = hissien voimassaolevat eli palveltavat korikutsut

10 T = liikenneinformaatio kuten kuormitustilanne, ennusteet.

Sopivuusfunktion $F(S0, LC, CC, T)$ arvo kullekin kromosomille on se kustannus, joka syntyy, kun kromosomin hissit ovat palvelleet kaikki sille määrättyt kutsut eli hissien korikutsut ja
15 hissille allokoitunut ulkokutsut. Funktio F voidaan muodostaa usealla vaihtoehtoisella tavalla valitsemalla tarkastelukohteeksi eri kustannustekijöitä tai painottamalla useammasta kustannustekijästä muodostetun funktion tekijöitä eri tavoin. Kustannustekijöinä ovat esimerkiksi edellä mainitut matkustajien odotusaika, matkustajien matkustusaika, hissien pysähdysten lukumäärä. Keksinnön soveltamisen kannalta on tärkeää, että valittu malli kuvaa mahdollisimman tarkasti hissijärjestelmän käyttäytymistä. Mitä tarkempi malli on, sitä luotettavammalla fitness-arvot ja edelleen, sitä parempia allokointipäätöksiä voidaan menetelmällä tehdä.
25

Populaation 34 uusi sukupolvi syntyy, kun menetelmän mukaisesti populaation hissikromosomien geenejä muokataan geneettisen algoritmin operaattoreilla: valinnalla, risteytyksellä ja mutaatiolla. Valinta (selection) voidaan suorittaa aikaisemmasta tai aikaisemmista populaatiosta eri kriteerein. Valitaan parhaan fitness-funktion antavat vaihtoehdot tai painotetaan valinnassa jotain fitness-funktion muodostamisessa käytettyä olennaista osatekijää. Risteytyksessä (crossover) muodostetaan kuviossa 5 esimerkinomaisesti kuvatulla tavalla kahdesta aikaisemman populaation kromosomista uusi kromosomi, jonka
35 jokainen alkio koostuu jommankumman emokromosomin alkiosta.

Kuviossa 5a on kuvattu yhden pisteen risteytys, jolloin alkiot 1...i ovat ensimmäisestä kromosomista ja alkiot $i+1...n$ ovat toisesta kromosomista, jolloin alkioiden i ja $i+1$ välissä vaihdetaan alkion emoa. Kuvion 5b mukaisessa kahden pisteen risteytyksessä vaihtokohtia on kaksi. Jatkuvassa risteytyksessä valitaan todennäköisyydellä 0,5 jommankumman emokromosomin alkion bitti. Mutaatiossa (mutation) muutetaan emokromosomin alkioiden bittejä tietyllä todennäköisyydellä vastakkaisiksi, jolloin muuttuvat ne alkiot, joiden kohdalla sattuu bittimuutos. Kunkin uuden populaation muodostamisessa voidaan käyttää kaikkia geneettisen algoritmin operaattoreita.

Keksinnön erään suoritustavan mukaisen menetelmän vaiheet on kuvattu lohkoaviona kuviossa 3. Hissiohjaus käynnistää kutsujen allokoinnin (aloituslohko 50), kun on allokoitava vähintään yksi ulkokutsu hissille. Hissin ohjausjärjestelmä syöttää (lohko 51) alkutiedot optimoinnista vastaavalle tietokoneelle. Tällöin muun muassa sen hetkisen ulkokutsujen lukumäärä ja käytettävissä olevien hissien lukumäärä määrittävät hissikromosomin ja vastaavasti alkioiden pituuden. Lohkossa 51 muodostetaan lähtötietoihin perustuen satunnaisesti ensimmäinen sukupolvi hissikromosomeja. Ensimmäinen sukupolvi on edullista muodostaa aikaisemman allokoinnin tuloksen perusteella tai käyttämällä lähtökohtana suoraa koontaohjausta. Sukupolven kromosomeille määritetään lohkoissa 55 niin sanottu Fitness-arvo, jolloin lasketaan valitun kustannusfunktion arvokullekin kromosomille. Lohkoissa 55 arvioidaan myös Fitness-funktioiden perusteella paras tai parhaat tahi muuten valitaan elinvoimaiset taikka mielenkiintoiset kromosomit säilytettäväksi ainakin seuraavan sukupolven ajaksi. Lohkoissa 57 arvioidaan parhaan kromosomin Fitness-arvoa F_b edeltävissä sukupolvissa saatuun tulokseen $F(\min)$ ja tarkistetaan, onko ennalta määrätty lukumäärä sukupolvia käyty läpi. Jokaisen sukupolven aikana ei välttämättä tapahdu kehitystä, minkä vuoksi algoritmia on yleensä syytä jatkaa, vaikka kehitystä parempaan ei joka sukupolvessa tapahtuisikaan. Eräs lopetusriteeri on, että sukupolvessa tietty ennalta asetettu määrä samoja, parhaita ratkaisuja, joka usein antaa viitteen siitä, että optimi

on saavutettu. Myös on mahdollista määritellä ennalta optimi-
tulos, jonka saavuttaminen aiheuttaa algoritmin lopettamisen.

Kun allokoinnin lopetuskriteerit toteutuvat, siirrytään loh-
koon 60 ja allokoidaan kutsut valitun kromosomin mukaisesti ja
5 palataan hissiohjaukseen lopetuslohkon 61 kautta. Jos opti-
mointia jatketaan, palataan lohkoon 52 ja suoritetaan geneet-
tisen algoritmin mukaisia operaatioita lohkoissa 52-54. Loh-
kossa 52 valitaan sopivia kromosomeja jatko-optimointiin
mukaan, lohkoissa 53 risteytetään sukupolven kromosomeja uuden
10 sukupolven muodostamiseksi ja lohkoissa 54 vastaavasti suorite-
taan mutaatioita. Risteytyksessä uusi kromosomi muodostetaan
kahdesta aikaisemmasta kromosomista valitsemalla osa geeneistä
kummastakin. Mutaatiossa taas muutetaan aikaisemman kromosomin
geenejä joiltain osin. Geenin bitti muutetaan esimerkiksi
15 tietyllä todennäköisyydellä nollasta ykköseksi tai ykkösestä
nollaksi. Geneettisten operaatioiden jälkeen lasketaan uuden
sukupolven Fitness-funktioiden arvot lohkoissa 55.

Keksinnön mukainen optimointi suoritetaan ryhmäohjaus- ja
hissiohjausyksiköissä. Kuviossa 4 on kuvattu erään keksinnön
20 mukaiset toiminnot toteuttavan laitteiston keskeiset osat.
Kuviossa on kolmen hissien muodostama hissiryhmä ja siinä on
esitetty myös keksintöön liittyviä hissikomponentteja. Hissi-
koreihin 40 sijoitetuilla korikutsunapeilla 42 hissimatkusta-
jat antavat korikutsut. Korikutsut johdetaan väylän 46 kautta
25 kyseisen hissien hissiohjaukseen 48. Kullekin kerrosta-
santeelle on asennettu tasolaitteet, joiden ulkokutsunapeilla 44 matkus-
tajat antavat ulkokutsun hissien tilaamiseksi kerrokseen.
Ulkokutsunapit on niinkään yhdistetty väylän 46 kautta his-
siohjaukseen 48. Sovellutuksissa, joissa jokaisella hissillä
30 ei ole omia ulkokutsunappeja, kutsut johdetaan yhteen hissioh-
jausyksikköön tai ryhmäohjausyksikköön. Kuvion suoritusmuodos-
sa kullekin hissillä on omat hissiohjausyksiköt, jotka on
väylällä 72 yhdistetty ryhmäohjausyksikköön.

Ryhmäohjausyksikköön 70 on sovitettu tietokone 74, esim PC,
35 joka säännöllisesti tarkistaa, onko tasolaitteilla annettu
ulkokutsuja, joita ei ole palveltu. Ryhmäohjaustietokone

käynnistää allokointiproseduurin ja lukee muistista 76 allokoinnissa tarvitsemansa alkutiedot ja muodostaa hissikromosomien ensimmäisen sukupolven toiminnassa olevien hissien, voimassaolevien ulkokutsutietoja ja esimerkiksi historiatieta-
 5 ja hyödyntäen. Fitness-funktion laskentaa varten lähetetään sopivasti ryhmitelty määrä hissikromosomeja eri hissiohjauksissa 48 oleville tietokoneille 78, jotka lähettävät laskentatulokset takaisin ryhmäohjaukseen, joka tekee päätökset allokoinnista tai algoritmin jatkamisesta.

- 10 Keksinnön erään toisen suoritusmuodon mukaan hissiohjauksissa suoritetaan myös geneettisen algoritmin operaatioita valitulla populaatiolla ja näiden tulokset lähetetään ryhmäohjaukseen lopullista valintaa ja päätöksentekoa varten.

- Pienehköissä ongelmissa eli kromosomin pituuden ollessa lyhy-
 15 ehkö ratkaisu löytyy yleensä ensimmäisen 20 sukupolven aikana. Jos sukupolvessa on 50 kromosomia tarvitaan 1000 fitness-funktion laskentaa. Käytännössä kutsujen allokointi pitää tehdä vähintään kaksi kertaa sekunnissa, jolloin yhdelle laskennalle jää aikaa 0,5 millisekuntia. Toisaalta geneettinen
 20 algoritmi on luontaisesti rinnakkainen eli populaation fitness-funktioiden arvot voidaan laskea rinnakkaisesti, vaikka kaikki yhdellä kertaa jos prosessoivia komponentteja järjestelmässä riittää. Hajautetussa hissijärjestelmässä eri hissien tietokoneet laskevat samanaikaisesti yhden populaation
 25 eri kromosomien fitness-funktioiden arvoja. Ryhmäohjaustietokone huolehtii laskentatehtävien jakamisesta laskentakapasiteetin ja tiedonsiirtoyhteyksien rajoissa sekä hoitaa keskitetysti arvioinnin.

- Koska kromosomin pituus kasvaa kutsujen lukumäärän ja hissien
 30 lukumäärän mukaan, kasvaa näiden mukana tarvittavan populaation koko. Koska hakuavaruus samalla laajen e, optimin löytämisen tarvittava sukupolvien lukumäärä tulee myös suuremmaksi. Laskentakapasiteetin tarve kasvaa tällöin vastaavasti.

- Keksinnön erään toisen suoritusmuodon mukaan allokointioptiot
 35 muodostetaan siten, että kutakin hissiä vastaa yksi kromosomin

geeni. Tällöin geenissä on ulkokutsunmäärittävä tieto, joka binääri- kokonaislukuna tai muuten määriteltynä. Näin muodostettua allokointioptiota nimitetään seuraavassa kutsukromosomiksi. Seuraavassa kuvataan kuvioiden avulla tämän suoritusmuodon erästä toteutusta tarkemmin.

Tässä suoritusmuodossa käytetään hyödyksi tietoa siitä, kuinka hissiryhmä käyttäytyy reittioptimoinnissa mahdollisimman hyvin. Reittioptimoinnin kokeellinen optimitulos on hissiryhmän kannalta sellainen, että rakennus jaetaan vyöhykkeisiin ja vyöhykkeiden sisällä jokainen yksittäinen hissi ajaa koontaa. Vyöhykkeiden maksimilukumäärä on sama kuin hissiryhmän koko.

Periaatteena menetelmässä on se, että geneettisellä algoritmilla etsitään hissikohtaiset vyöhykkeiden alkamiskerrokset, joiden jälkeen hissit ajavat koontaa siihen kerrokseen saakka mistä alkaa uusi vyöhyke tai palveltavat ulkokutsut loppuvat. Toisin sanoen ongelmana on etsiä jokaiselle hissille ensimmäinen palveluvuorossa oleva kerros, johon hissien halutaan ajavan. Jokainen hissi näkee siten ainoastaan yhden kerroksen, johon sen tulee siirtyä. Hissien ei välttämättä tarvitse palvella yhtään ulkokutsua esimerkiksi jos ulkokutsujen lukumäärä on pienempi kuin hissiryhmän koko. Hissille annetaan silloin tyhjä kutsu. Hissien näkemät kerrokset toimivat allokointioptioina.

Hissiryhmä palvelee jokaisen päälläolevan ulkokutsun. Rakennuksen palvelulle lasketaan allokointioptiosta johtuva kustannus, joka halutaan minimoida. Allokointioptioita on useita, jotka yhdessä muodostavat geneettisen algoritmin populaation. Populaation jokaiselle allokointioptiolla lasketaan kustannus, jonka jälkeen valitaan niistä paras tai parhaat, joiden avulla muodostetaan uusia allokointioptioita geneettisen algoritmin periaatteiden mukaisesti rekombinoimalla, risteyttämällä ja/tai mutaatioilla vanhempina toimivia yhtä tai useampaa allokointioptioita. Uudet allokointioptiot muodostavat uuden sukupolven, jonka kaikille allokointioptioilla lasketaan kustannukset. Uudessa

sukupolv ssa voi olla myös mukana yksi tai useampi d llisten tai ed llisen sukupolven edustaja eli all kointioptio. Sukupolven allokoointioptioiden kustannuksien laskennan jälkeen tutkitaan, onko parhaimman allokoointioption antama kustannus
 5 riittävän pieni tai onko sukupolvia laskettu ennalta annettu kertamäärä. Sukupolvien kertamäärä voi olla kiinteä tai se voi vaihdella esimerkiksi palveltavien ulkokutsujen lukumäärän mukaan. Jos parhaimman allokoointioption etsinnän lopetusehto täyttyy, hissiryhmän ohjaukselle annetaan tiedoksi saavutettu
 10 lopputulos, tai etsintää jatketaan kuten edellä mainittu.

Jokainen hissi näkee korkeintaan yhden voimassaolevan ulkokutsukerroksen. Täten allokoointioptio koodataan geneettisen algoritmin periaatteen mukaisesti kutsukromosomiksi, jossa geenien lukumäärä on yhteensä
 15 ulkokutsuja palvelevan hissiryhmän koko. Kun hissiryhmän koko on L , geenien lukumäärä $N = L$.

Kutsukromosomissa (kuvio 6) kunkin geenin paikka sisältää tiedon ryhmässä olevasta hissistä. Jos hissiryhmän koko on kolme ja sovitaan, että hissien numerointi alkaa nolasta ja
 20 päättyy kahteen, kromosomin ensimmäinen geeni edustaa hissiä numero 0 ja kolmas hissiä numero 2. Geenin arvo on viittaus joko tyhjään kutsuun tai yhteen palveltavaan kutsuun. Viittauksen maksimi-arvo on palveltavien kutsujen lukumäärä C , jos tyhjä kutsu on määriteltä nollaksi, jolloin
 25 viittausvaihtoehtoja on $C+1$. Kuviossa 6 on kutsut ilmaistu kokonaislukuna, jota tarkoittavat kerrosta, josta kutus on annettu.

Ulkokutsut ja tyhjä kutsu muodostavat kutsuvektorin, joka sisältää tiedon kaikista voimassaolevista ulkokutsuista. Kun
 30 palveltavia kutsuja on C kappaletta kutsuvektorissa, on paikkoja kerroksill $C+1$ kappal tta. Kutsuvektorin paikan arvo on rakennuksen yhden palveltavan kutsun kerrosnumero.

Kutsuvektorin looginen rakenne on rengas 71 (kuvio 7), jossa tyhjä kutsu sijaitsee renkaan reunalla. Yksittäisen

allokointioption geenin arvot viittaavat renkaaseen tai tyhjään kutsuun. Kun geenin arvo viittaa renkaaseen, kyseistä geeniä vastaavan hissin reitti rakennuksessa muodostuu viittauksen sisältävästä kutsukerroksesta ja sitä seuraavista

5 kerroksista siirryttäessä renkaassa myötäpäivään, kunnes kutsuvektorin jonkin toisen geenin tai kyseisen geenin viittaus renkaaseen tulee vastaan. Hissi palvelee ensimmäisenä sen kerroksen, johon hissiä vastaavan geenin arvo viittaa renkaassa. Kun geenin viittaus on tyhjä kutsu, hissi ei

10 palvele rakennuksessa olevia ulkokutsuja, eikä sille muodosteta ajoreittiä - se ei pääse renkaaseen.

Kuviossa 7 palveltavia kutsuja on kymmenen kappaletta. Niistä kolme ensimmäistä (renkaan ulkoreunalle merkityt kohdat 1-3) ovat kutsuja ylöspäin ja loput seitsemän (kohdat 4-10) kutsuja

15 alaspäin. Rengas 71 ja sen käsittely sisältää mallin koontaohjauksesta. Oletetaan, että hissi 0:n geeni viittaa renkaassa kohtaan 2, hissi 1:n geeni kohtaan 8 ja hissi 3:n geeni kohtaan 5. Hissi 0:n reitiksi syntyy siten rengasta myötäpäivään mennessä kerroksien 7, 12 ja 15 palvelu. Hissi ei

20 enää hae kerrosta 10, koska se on annettu hissi 2:n hoidettavaksi. Hissi 0 siis ajaa ensin koontaa ylöspäin ja hakee sen jälkeen kerroksessa 15 olevan kutsun alaspäin. Hissi 1:n reitti on puolestaan kerroksesta 10 alaspäin kerrokseen 7, eli reitti kokonaisuudessaan 10, 8 ja 7. Hissi ajaa koontaa.

25 Hissi 3:n vyöhykkeeksi tulevat kerrokset 5, 3, 2 ja kerros 4, josta kutsu on ylöspäin. Myös hissi 3 ajaa koontaa.

Renkaaseen on siis koottu tieto reittioptimoinnin tuloksista, jotka kokeellisesti näyttävät päätyvän siihen, että rakennus jaetaan vyöhykkeisiin, jonka jälkeen hissiryhmä ajaa koontaa.

30 Jotta strategia voidaan toteuttaa tehokkaasti palveltavat kutsut ylöspäin on järjestettävä nousevaan järjestykseen ja alaspäin olevat kutsut laskevaan järjestykseen. Itse ylöskutsujen ja alaskutsujen alkamiskohdat renkaassa ei ole oleellinen kysymys, kunhan vain ylöskutsut sijaitsevat

35 peräkkäin, kuten myös alaskutsut. Esimerkissä peräkanaa olevat ylöskutsut alkavat kohdasta 1 ja alaskutsut kohdasta 4.

- Vyöhyke- ja koontastrategia ei kuitenkaan ole ainut mahdollinen, joka voidaan toteuttaa renkaalla. Hissithän keräävät kutsuja myötäpäivään siihen saakka kunnes viittaus tulee vastaan. Kutsut voidaan järjestää renkaaseen halutulla
- 5 tavalla ja kokeilla vaikutusta esimerkiksi matkustajien keskimääräiseen odotusaikaan. Yksi mahdollisuus on se, että samaan suuntaan kutsuvat kerrokset järjestettään kutsuaikojen mukaiseen suuruusjärjestykseen ja haetaan allokointiratkaisut.

- Allokointioption eli kromosomin koodaus allokointipäätökseksi
- 10 muodostetaan (kuvio 8) seuraavasti. Katsotaan mihin renkaan 71, joka kuviossa 8 on esitetty suoraksi oikaistuna, kohtaan allokointioption yksittäiset geenit kutsukromosomissa 79 viittaavat. Tämän jälkeen nimetään kyseiselle hissille viitattua paikkaa vastaava ulkokutsu.

- 15 Keksintöä on edellä kuvattu sen eräiden suoritusmuotojen avulla. Kuvausta ei ole kuitenkaan pidettävä rajoittavana, vaan keksinnön toteutus voi vaihdella seuraavien patenttivaatimusten määrittämissä rajoissa.

PATENTTIVAATIMUKSET

1. Menetelmä hissiryhmään kuuluvien hissien ulkokutsulaitteilla (44) annettujen kutsujen (20) allokoimiseksi, tunnettu siitä, että
- 5 - muodostetaan useita allokontioptioita (36,38), joista kukin sisältää jokaiselle voimassaolevalle ulkokutsulle (20) kutsutiedon ja hissitiedon, jotka tiedot yhdessä määrittelevät kutakin ulkokutsua palvelevan hissien (2,4,6),
- 10 - lasketaan kullekin allokontioptiolle (36,38) kustannusfunktion arvo,
- muutetaan toistuvasti yhtä tai useampaa allokontioptiota (36,38) ainakin yhden tiedon osalta ja lasketaan uusien allokontioptioiden (36,38) kustannusfunktion arvot ja
- 15 - valitaan kustannusfunktion arvojen perusteella paras allokontioptio ja allokoidaan voimassaolevat hissikutsut sen mukaisesti hissiryhmän hisseille.
2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että allokontioptio (36,38) muodostetaan hissikromosomiksi, joka (36,38) sisältää yhden geenin (30) jokaiselle
- 20 ulkokutsulle (20), joka geeni (30) sisältää ainakin hissitiedon.
3. Patenttivaatimuksen 2 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että kukin hissikromosomi (36,38) muodostetaan peräkkäisistä hissigeeneistä (30), jotka sisältävät kunkin palvelevan hissien
- 25 (2,4,6) tunnistetiedon ja että hissigeenin (30) paikka hissikromosomissa (36,38) sisältää tiedon palveltavasta ulkokutsusta (20).
4. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että allokontioptio muodostetaan kutsukromosomiksi, jolloin
- 30 kukin kutsukromosomi sisältää geenin jokaiselle hissille, joka geeni sisältää ainakin yhden kutsutiedon.
5. Patenttivaatimuksen 4 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että kukin kutsukromosomi muodostetaan peräkkäisistä kutsugeeneistä, jotka sisältävät kunkin palveltavan kutsun

tunnisteti don ja kutsugeenin paikka kutsukromosomissa sisältää tiedon palvelevasta hissistä.

6. Jonkin patenttivaatimuksen 2 - 5 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että hissi- tai kutsukromosomit muodostavat populaation, jonka geenejä muutetaan geneettisen algoritmin 5 keinoihin, jolloin ainakin yhtä palvelutietoa muutetaan valitsemalla, risteyttämällä tai mutaatiolla.

7. Jonkin patenttivaatimuksen 2 - 6 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että hissi- ja kutsukromosomeja muutetaan, 10 kunnes saavutetaan ennalta määrätty kustannusfunktion arvo.

8. Jonkin patenttivaatimuksen 2 -6 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että hissi- tai kutsukromosomeja muutetaan ennalta määrätty kertamäärä, minkä jälkeen valitaan pienimmän kustannusfunktion arvon antava kromosomi.

PATENTKRAV

102268

1. Förfarande för allokering av anrop (20) som givits av hiss-
sarnas anropsanordning (44) inom hissgruppen, kännetecknat
5 av, att

- flera allokeringsoptioner (36,38) formas, varvid var och en
allokeringsoption innehåller för varje ikraftvarande his-
sanrop (20) anropinformation och hissinformation, vilka in-
formationer tillsammans preciserar vilken hiss (2,4,6) bet-
10 tjänar vart och ett anrop,
- till varje allokeringsoption (36,38) beräknas kostnadsfunk-
tionens värde,
- en eller flera allokeringsoptioner (36,38) förändras uppre-
pat för åtminstone en information och kostnadsfunktionens
15 värde beräknas för de nya allokeringsoptionerna (36,38),
och
- på grund av kostnadsfunktionernas värde väljes den bästa
allokeringsoptionen och ikraftvarande hissansrop allokeras
enligt detta till hissgruppens hissar.

20

2. Förfarande enligt patentkravet 1, kännetecknat av, att al-
lokeringsoptionen (36,38) formas till en hisskromosom, som
(36,38) innehåller en gen (30) för varje anrop (20), vilken
gen (30) innehåller åtminstone hissinformationen.

25

3. Förfarande enligt patentkravet 2, kännetecknat av, att
varje hisskromosom (36,38) formas av efterföljande hissgener
(30), vilka innehåller kännetäckningsinformation (2,4,6) för
varje betjänande hiss och att hissgenens (30) plats i
30 hisskromosomen (36,38) innehåller informationen om betjä-
ningsbehövande hissansrop (20).

4. Förfarande enligt patentkravet 1, känn tecknat av, att al-
lokeringsoptionen formas till anropskromosom, varvid varje

anropskromosom innehåller en gen för varje hiss, vilken gen innehåller åtminstone en anropinformation.

5. Förfarande enligt patentkravet 4, kännetecknat av, att
5 varje anropskromosom formas av efterföljande anropsgener, vilka innehåller varje betjäningsanrops känneteckningsinformation och hissgenens plats i anropskromosomen innehåller information om betjänande hiss.

10 6. Förfarande enligt något av patentkraven 2 - 5, kännetecknat av, att hiss- och anropskromosomerna formar en population, vars gener förändras med hjälp av genetiska algoritmer, då åtminstone en betjäningsinformationen förändras genom urval, korsning eller mutation.

15

7. Förfarande enligt något av patentkraven 2-6, kännetecknat av, att hiss- och anropskromosomer förändras, tills man når den i förväg bestämda kostnadsfunktionens värde.

20 8. Förfarande enligt någon av patentkraven 2-6, kännetecknat av, att hiss- och anropskromosomer förändras en i förväg bestämd totalmängd, varefter den kromosom som ger det lägsta värdet på kostnadsfunktionen väljs.

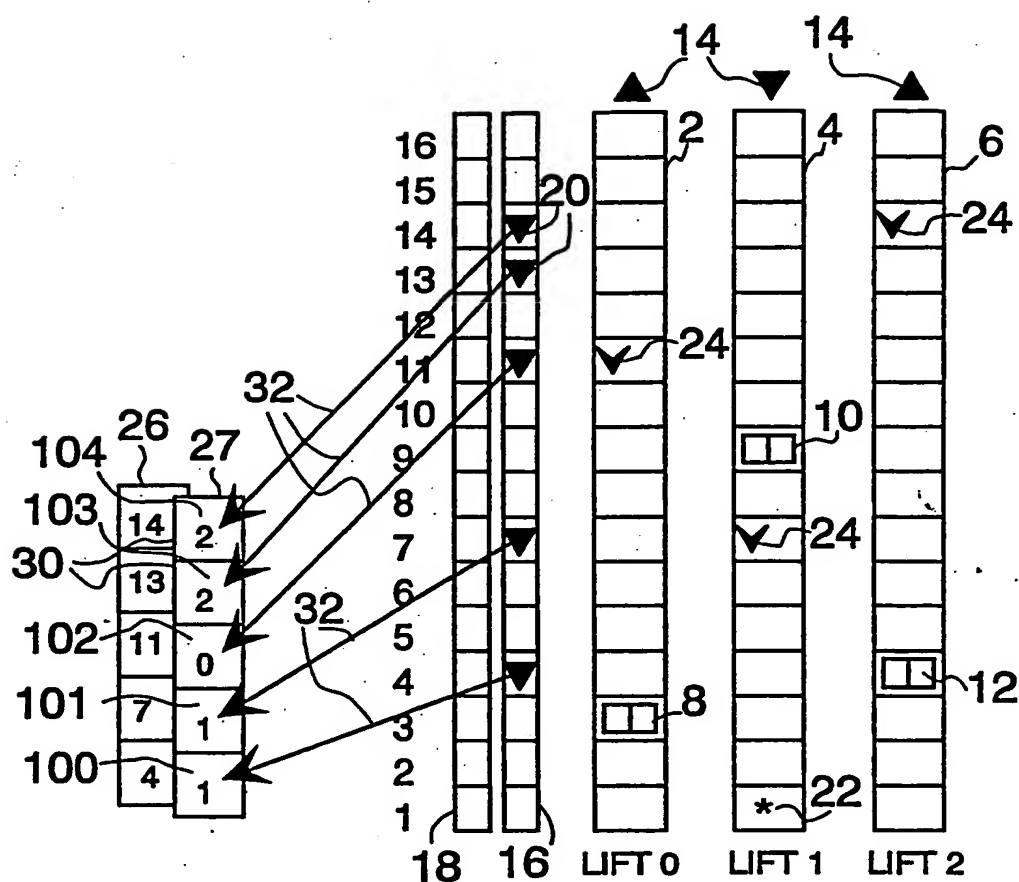


Fig. 1

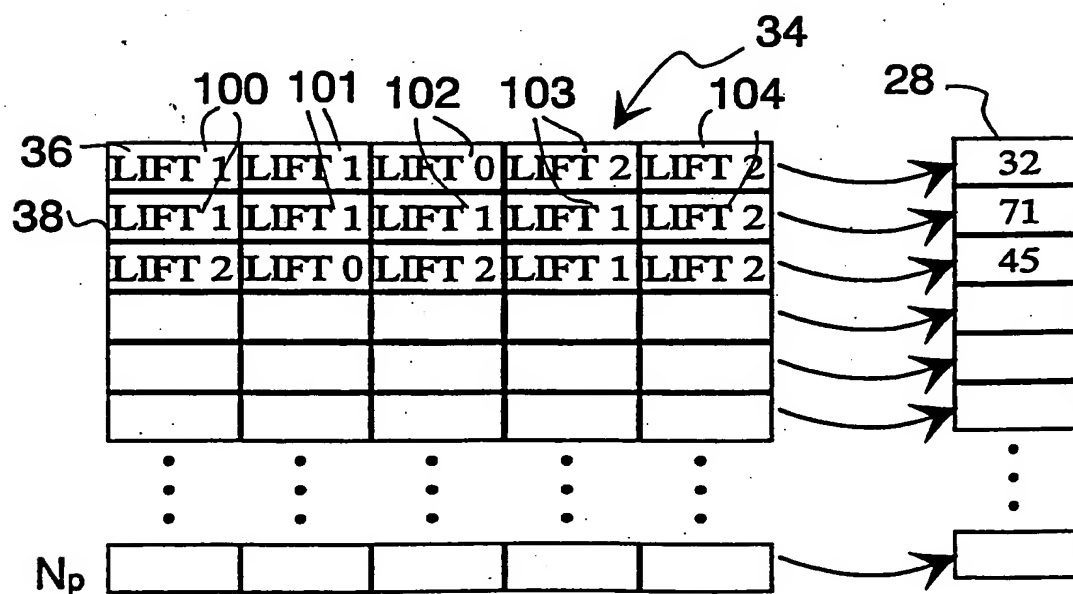


Fig. 2

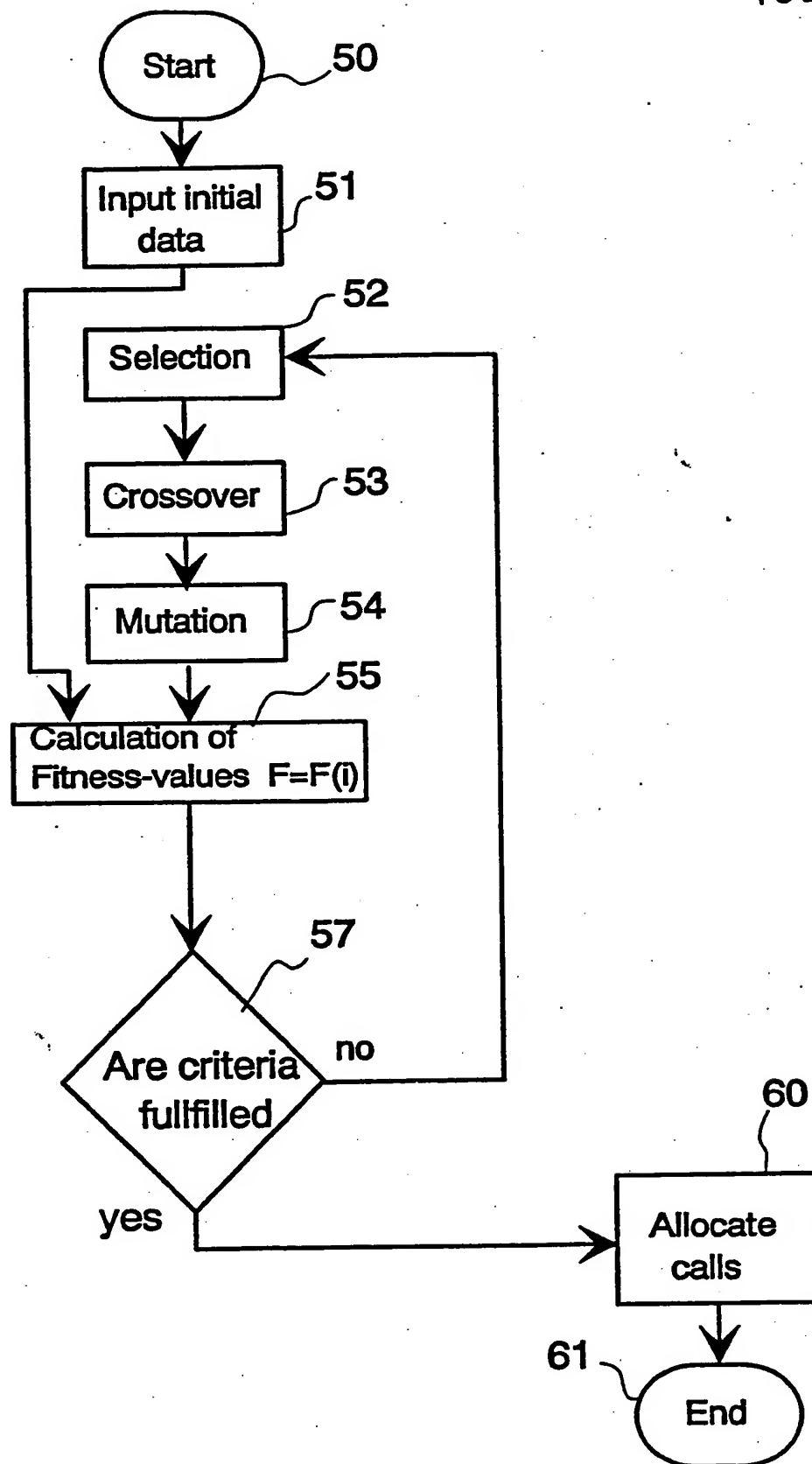


Fig 3

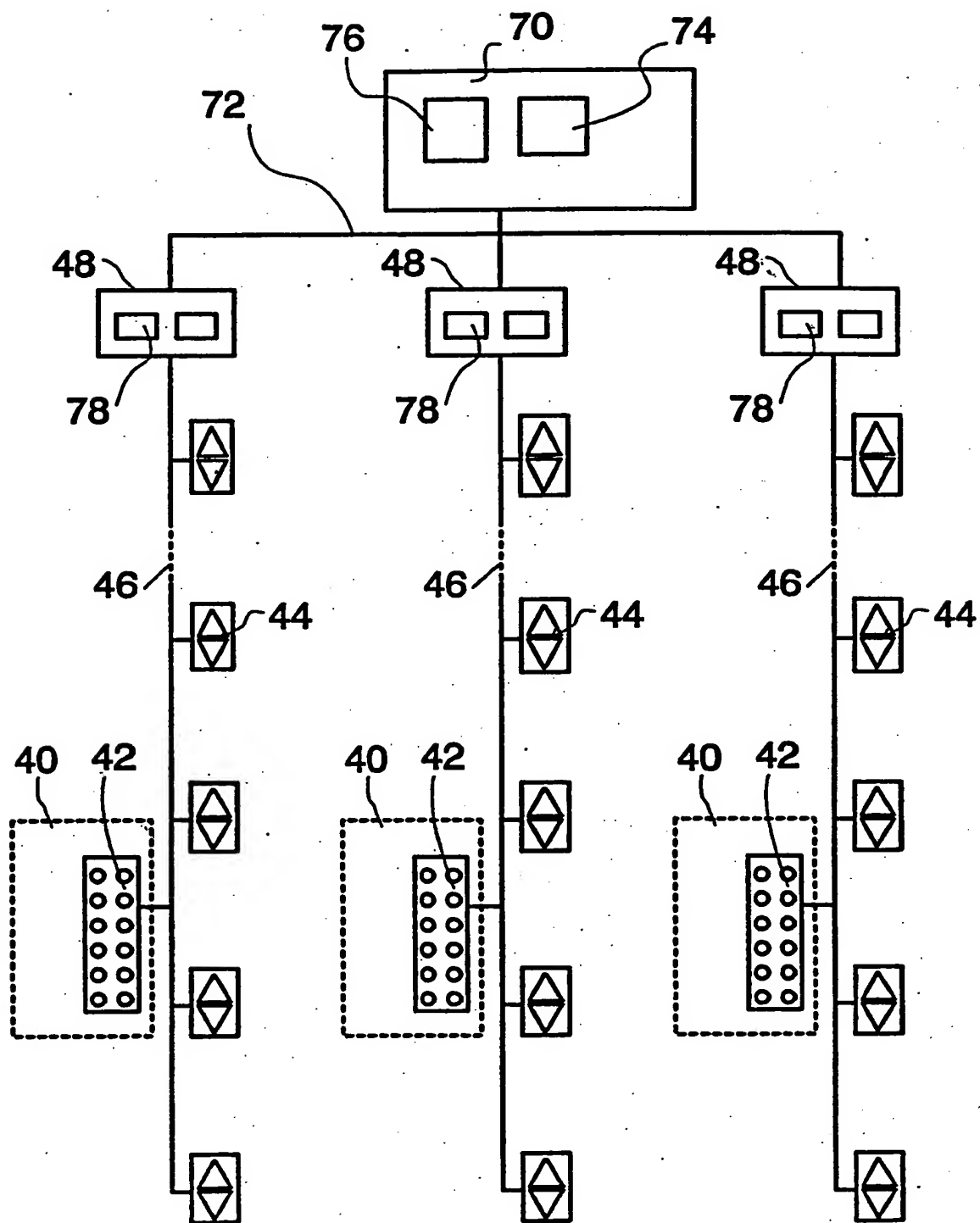


Fig. 4

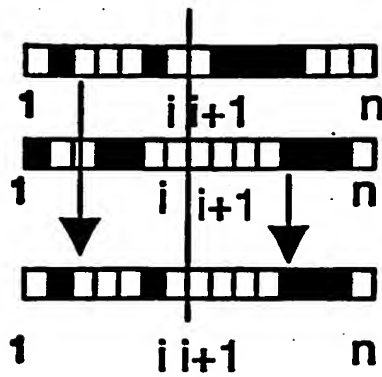


Fig. 5a

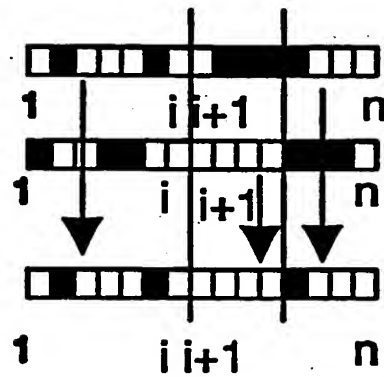


Fig. 5b

Geeni 1= Geeni 2= Geeni 3=
 Hissi 0 Hissi 1 Hissi 2

2	8	5
---	---	---

Fig. 6

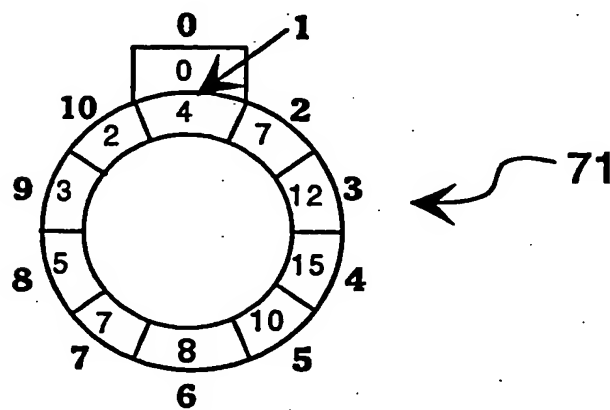


Fig. 7

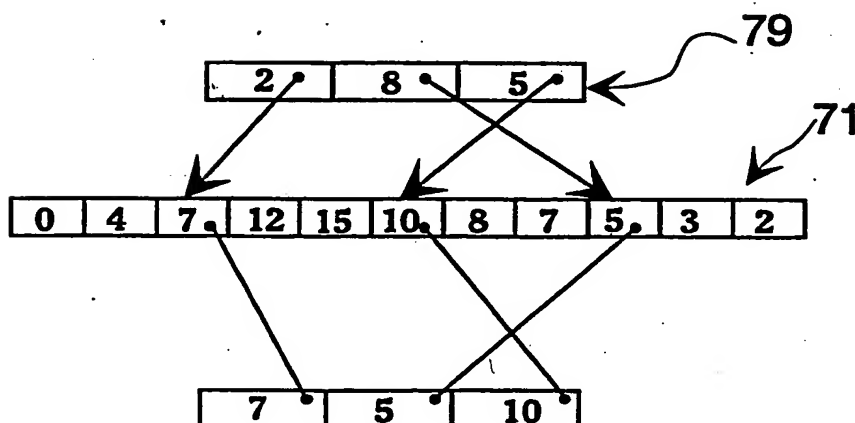


Fig. 8